

**This Page Is Inserted by IFW Operations  
and is not a part of the Official Record**

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

**Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.**

**Defects in the images may include (but are not limited to):**

- **BLACK BORDERS**
- **TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- **FADED TEXT**
- **ILLEGIBLE TEXT**
- **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- **COLORED PHOTOS**
- **BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS**
- **GRAY SCALE DOCUMENTS**

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning documents *will not* correct images,  
please do not report the images to the  
Image Problem Mailbox.**

DIALOG(R) File 351:Derwent EPI  
(c) 2001 Derwent Info Ltd. All rts. reserv.

011119222    \*\*Image available\*\*  
WPI Acc No: 1997-097147/\*199709\*  
XRPX Acc No: N97-080544

Target object area extraction method for image synthesis - involves forming close curve that passes through positions where magnitude of gradient vector is large so as to obtain focus of target object outline in present frame

Patent Assignee: SONY CORP (SONY )  
Number of Countries: 001    Number of Patents: 001  
Patent Family:

Patent No	Kind	Date	Applicat No	Kind	Date	Week
JP 8335268	A	19961217	JP 95164792	A	19950607	199709 B

Priority Applications (No Type Date): JP 95164792 A 19950607

Patent Details:

Patent No	Kind	Lan Pg	Main IPC	Filing Notes
JP 8335268	A	15	G06T-007/20	

Abstract (Basic): JP 8335268 A

The area extraction method involves obtaining the image 'It' of the present frame and the target object outline 'Bt-1' which are supplied to a vector estimation processing unit (11). The motion vector corresponding to the estimated position of the outline 'Be' of the target object is determined. The presumed outline 'Be' is sent to an outline candidate area decision processing unit (12). The outline candidate area decision processing unit decides the outline candidate area which contains pixels surrounding the presumed outline 'Be'.

A gradient calculation processing unit (13) determines the density value of the gradient vector present in the outline candidate area that is decided. A close curve is formed such that it passes through the positions where the magnitude of gradient vector is large so that locus of the target object outline in the present frame is obtained.

ADVANTAGE - Enables to track outline of target object easily.  
Enables easy retouching processing of outline. Improves area extraction process.

Dwg.1/19

Title Terms: TARGET; OBJECT; AREA; EXTRACT; METHOD; IMAGE; SYNTHESIS;  
FORMING; CLOSE; CURVE; PASS; THROUGH; POSITION; MAGNITUDE; GRADIENT;  
VECTOR; SO; OBTAIN; FOCUS; TARGET; OBJECT; OUTLINE; PRESENT; FRAME

Derwent Class: T01

International Patent Class (Main): G06T-007/20

File Segment: EPI

Manual Codes (EPI/S-X): T01-J10B2

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平8-335268

(43) 公開日 平成8年(1996)12月17日

(51) Int.Cl.<sup>4</sup>  
G 0 6 T 7/20

識別記号 庁内整理番号  
9061-5H

F I  
G 0 6 F 15/70

技術表示箇所

4 1 0

審査請求 未請求 請求項の数 6 F D (全 15 頁)

(21) 出願番号 特願平7-164792

(22) 出願日 平成7年(1995)6月7日

(71) 出願人 000002185

ソニー株式会社

東京都品川区北品川6丁目7番35号

(72) 発明者 光永 知生

東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニー株式会社内

(72) 発明者 横山 琢

東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニー株式会社内

(72) 発明者 戸塚 卓志

東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニー株式会社内

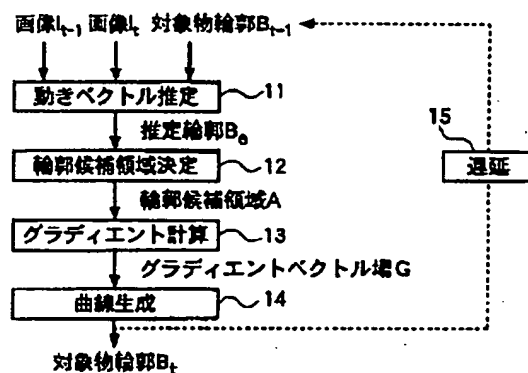
(74) 代理人 弁理士 小池 晃 (外2名)

(54) 【発明の名称】 領域抽出方法

(57) 【要約】

【構成】 時間的な前後関係を有する前、現フレームの画像  $I_{t-1}$ 、 $I_t$ 、及び対象物輪郭  $B_{t-1}$  が動きベクトル推定処理部 11 に送られ、前-現フレーム間で輪郭の動きベクトルを推定することによって、現フレーム上で輪郭の推定位置である推定輪郭  $B_e$  を求める。この推定輪郭  $B_e$  は、輪郭候補領域決定処理部 12 に送られ、推定輪郭  $B_e$  の周囲の画素を含む輪郭が存在する可能性のある領域である輪郭候補領域を現フレーム上で決定する。グラディエント計算処理部 13 では、この決定された輪郭候補領域において濃度値のグラディエントベクトル場を求め、曲線生成処理部 14 により、グラディエントベクトル場中のベクトルの大きさが大きいところを通過するように閉曲線を生成し、その軌跡を現フレームにおける対象物輪郭とする。

【効果】 対象物の輪郭の追従性がよく、処理後の修正も容易である。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 入力動画像の各フレームにおいて対象物領域を抜き出す領域抽出方法において、

前フレームでの対象物輪郭の軌跡が与えられたときに、前ー現フレーム間で輪郭の動きベクトルを推定することによって、現フレーム上で輪郭の推定位置である推定輪郭を求める動きベクトル推定工程と、

上記推定輪郭の周囲の画素を含む輪郭が存在する可能性のある領域である輪郭候補領域を現フレーム上で決定する輪郭候補領域決定工程と、

上記輪郭候補領域において濃度値のグラディエントベクトル場を求めるグラディエント計算工程と、

上記グラディエントベクトル場中のベクトルの大きさが大きいところを通過するように閉曲線を生成し、その軌跡を現フレームにおける対象物輪郭とする曲線生成工程とを有することを特徴とする領域抽出方法。

【請求項2】 上記動きベクトル推定工程では、

与えられた上記対象物輪郭の軌跡上の特徴点を抽出し、抽出した特徴点の動きベクトルを推定するに際して、比較する2ブロック間の誤差評価に対象物領域画素の残差に重みづけするような誤差評価関数を用いた階層的ブロックマッチングを用いて計算し、その各階層の結果の動きベクトルに対して平滑化処理を行うことを特徴とする請求項1記載の物体領域抽出方法。

【請求項3】 上記輪郭候補領域決定工程では、

前フレームの輪郭上のブロックと、それに対応する現フレームの推定輪郭上のブロックとの間の平均2乗誤差を対象物色と背景色との差で規格化した値を求め、その値を用いて、現フレームの推定輪郭の周囲に形成する輪郭候補領域の太さを調節することを特徴とする請求項1記載の領域抽出方法。

【請求項4】 上記グラディエント計算工程では、

現フレームの推定輪郭に対し特徴点抽出を行い、現フレームの推定輪郭上の特徴点位置に従って輪郭候補領域を小領域に分割し、その小領域ごとに現フレームにおける輪郭の方向を推定し、その方向の勾配にのみ反応するようなエッジ検出を行うことによって、輪郭候補領域のグラディエントベクトル場を得ることを特徴とする請求項1記載の領域抽出方法。

【請求項5】 上記グラディエント計算工程では、

現フレームの推定輪郭に対し特徴点抽出を行い、現フレームの推定輪郭上の特徴点位置に従って輪郭候補領域を小領域に分割し、その小領域ごとに現フレームにおける輪郭の色変化を推定し、その色変化の勾配にのみ反応するようなエッジ検出を行うことによって、輪郭候補領域のグラディエントベクトル場を得ることを特徴とする請求項1記載の領域抽出方法。

【請求項6】 上記曲線生成工程では、

現フレームの輪郭領域のグラディエントベクトル場に対して、現フレームの推定輪郭に対し特徴点抽出を行い、

現フレームの推定輪郭上の特徴点位置に従って輪郭候補領域を小領域に分割し、その小領域ごとに輪郭が通過する点を抽出し、グラディエントベクトル場ベクトルの大きさが大きいところを通過するように生成した3次スプライン曲線で前記通過点を連結することを特徴とする請求項1記載の領域抽出方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、画像処理のための例えば動画像中の物体領域を抽出する領域抽出方法に関し、特に、画像合成を行うときに必要な対象物の領域を指定するマスク画像を作成する作業に利用できる領域抽出方法に関する。

## 【0002】

【従来の技術】 物体領域抽出処理技術として、動画像のなかから、対象物の領域を抽出しようとする従来技術としては以下のようなものがある。

【0003】 先ず、動的輪郭モデルを用いるものとして、文献「スネイクス：動的輪郭モデル」、"SNAKES: Active Contour models" Kass M., Witkin A., Terzopoulos D., Proc. 1st ICCV, pp. 259-268, 1987 に記載される、スネイクス (snakes) と呼ばれる動的輪郭モデルは、画像中の輪郭に収束するように移動するコントロールポイントを、拘束条件によって鎖状に連結したものである。

【0004】 この動的輪郭モデルをフレーム間の輪郭追跡に応用したものに、以下の文献がある。

文献(a) 「領域分割に基づく複雑物体の自動切り出し」 柴藤稔, 白井良明, NICOGRAPH 92論文集, pp. 8-17, 1992、対応特許文献：特開平5-61977号公報「領域抽出装置」

文献(b) 「弾性輪郭モデルとエネルギー最小化原理による輪郭追跡手法」 上田修功、間瀬健二、末永康仁、信学誌, Vol. J-75-D-11, No. 1, pp. 111-120, 1992、対応特許文献：特開平5-12433号公報「動物体の輪郭追跡方法」

これらの文献に記載された技術は、前フレームの輪郭位置を初期値として、現フレームにおいて動的輪郭モデルを収束させ対象物輪郭を得ようとするものである。一般に、この手法は以下の特徴をもつ。

【0005】 動的輪郭モデルは、複数のコントロールポイントをスプライン曲線などを用いて連結したもので、常に滑らかな輪郭が得られる。動的輪郭モデルの収束はコントロールポイントを少しずつ動かしながら、モデルのもつ評価関数の更新を行うという反復処理を行う。

【0006】 次に、動きベクトル推定を行うものとして、前ー現フレーム間での輪郭の動きベクトルを推定することによって、現フレームの輪郭位置を決める方法が、次の文献により提案されている。

【0007】 文献(c) 「映像のための動ベクトル検出法

に関する一検討」八木伸行、田中勝行、横並和雅、テレビジョン学会誌、Vol.45, No.10, pp.1221-1229, 1991  
文献(d) 特開平4-117079号公報「画像処理システム」

これらの文献に記載される技術は、前-現フレーム間においてブロックマッチングを行うことによって動きベクトルを求めるものである。ブロックマッチングとは、前画像中の注目する画素を含むブロックに、もっとも類似したブロックを現画像中から探索する方法である。一般に、ブロックマッチングを用いる方法は、前-現フレーム間で物体の動きの方向を調べるので、以前の動きとは異なった場合においても追従性がよい、という特徴がある。

【0008】また、文献(e)「動画像合成のための対象物の抽出とはめ込み法」井上誠喜、小山広毅、テレビジョン学会誌、Vol.47, No.7, pp.999-1005, 1993, に記載される技術は、前-現フレーム間で直接動きベクトルを求めずに、前フレームまでの、輪郭の動きをもとにした予測ベクトルを用いる。この文献(e)によれば、本来インターレース画像のフィールド単位の処理であるが、本明細書中では、原理説明の目的上、フレーム単位として説明する。ブロックマッチング法より大まかな予測になってしまうので、輪郭の軌跡だけの追跡は行わず、輪郭が存在する可能性がある、ある太さをもった領域の動き予測を行い、その領域中ではエッジ検出等で詳細に輪郭抽出を行うという手法をとる。

【0009】

【発明が解決しようとする課題】ところで、上述した従来の物体領域抽出処理技術には、以下に挙げるような、フレーム間追跡の問題や、輪郭軌跡の生成の問題があっ

た。  
【0010】先ず、フレーム間追跡の問題として、上記文献(a), (b) の従来技術で用いられている動的輪郭モデル(いわゆるsnakes)の収束は、初期値により大きく左右される。例えば、物体位置が大きく変化した場合には収束が悪く、しばしば誤った局所解に陥る危険がある。上記動的輪郭モデルに弾力的な拘束条件を加えることによって、物体位置の大きな変化に追従できるような改良も上記文献(b)に提案されているが、そのかわり、輪郭形状の変形に対する柔軟性が失われるという問題がある。

【0011】上記文献(e)の従来技術のような前フレームまでの輪郭の動きから予測ベクトルを求める追跡方法では、現フレームにおいて動きの方向が急激に変化した場合に対応できないという問題がある。

【0012】一方、上記文献(c), (d) に示す従来技術で用いられているブロックマッチングは前-現フレームの動きを直接調べるので、動きの変化には強い。しかし、ブロックマッチングの方法自体に、輪郭領域ではエラーが多いという欠点があり、従来からのブロックマッチン

グをそのまま用いるだけでは十分な正確さがえられなかった。

【0013】次に、輪郭軌跡の生成の問題について述べる。動きベクトル推定を行う方法では、動きベクトルが得られたあとに、現フレーム上の輪郭を軌跡として得る処理方法が軌跡の詳細さと精度を決める。上記文献(c), (d) に示す従来技術では、動きベクトル、または動きベクトルに基づいて得られた変形パラメータに従って、対象物領域を移動・変形させる。この方法は、大局的な変形にのみ対応し、微細な変形、特に輪郭形状においては対応できない。

【0014】上記文献(e)の従来技術では、動きベクトルによる追跡の後、輪郭領域におけるエッジ検出を行い、詳細に輪郭位置を決定する。輪郭の軌跡は画素点の並びとして得られるため、処理後の修正が行いにくいという欠点がある。また、この従来技術によるエッジ検出方法では注目する対象物の輪郭と、それ以外の画像濃度勾配が選択できないために、画像によっては輪郭を正確に抽出できない問題があった。

【0015】上記動的輪郭モデル(いわゆるsnakes)を用いる従来技術は、輪郭を追跡した結果がそのまま輪郭曲線として得られる。輪郭モデルをパラメトリックな曲線で記述するので、処理後の修正は容易である。誤って検出された箇所を局所的になおすばかりでなく、画像を拡大・縮小したときにマスク画像もあわせて拡大・縮小したりする必要があるなど、修正の容易さは領域抽出と画像合成においては重要な要件である。

【0016】本発明は、このような実情に鑑みてなされたものであり、上記従来の領域抽出方法の問題点を解決し、フレーム間の輪郭の追従性能を向上し、輪郭の修正を容易化し、輪郭形状の正確さを向上し、良好な領域抽出結果を得ることができるような領域抽出方法の提供を目的とする。

【0017】

【課題を解決するための手段】本発明に係る領域抽出方法は、上記の課題を解決するために、入力動画像の前フレームでの対象物輪郭の軌跡が与えられたときに、前-現フレーム間で輪郭の動きベクトルを推定することによって、現フレーム上で輪郭の推定位置である推定輪郭を求め、この推定輪郭の周囲の画素を含む輪郭が存在する可能性のある領域である輪郭候補領域を現フレーム上で決定し、この輪郭候補領域において濃度値のグラディエントベクトル場を求め、このグラディエントベクトル場中のベクトルの大きさが大きいところを通過するように閉曲線を生成し、その軌跡を現フレームにおける対象物輪郭としている。

【0018】ここで、上記動きベクトルを推定する工程では、与えられた上記対象物輪郭の軌跡上の特徴点を抽出し、抽出した特徴点の動きベクトルを推定するに際して、比較する2ブロック間の誤差評価に対象物領域画素

の残差に重みづけするような誤差評価関数を用いた階層的ブロックマッチングを用いて計算し、その各階層の結果の動きベクトルに対して平滑化処理を行うことが挙げられる。

【0019】また、上記輪郭候補領域を決定する工程では、前フレームの輪郭上のブロックと、それに対応する現フレームの推定輪郭上のブロックとの間の平均2乗誤差を対象物色と背景色との差で規格化した値を求め、その値を用いて、現フレームの推定輪郭の周囲に形成する輪郭候補領域の太さを調節することが挙げられる。

【0020】上記グラディエントを計算する工程では、現フレームの推定輪郭に対し特徴点抽出を行い、現フレームの推定輪郭上の特徴点位置に従って輪郭候補領域を小領域に分割し、その小領域ごとに現フレームにおける輪郭の方向を推定し、その方向の勾配にのみ反応するようなエッジ検出を行うことによって、輪郭候補領域のグラディエントベクトル場を得ることが挙げられる。あるいは、現フレームの推定輪郭に対し特徴点抽出を行い、現フレームの推定輪郭上の特徴点位置に従って輪郭候補領域を小領域に分割し、その小領域ごとに現フレームにおける輪郭の色変化を推定し、その色変化の勾配にのみ反応するようなエッジ検出を行うことによって、輪郭候補領域のグラディエントベクトル場を得ることが挙げられる。

【0021】さらに、上記曲線の生成工程では、現フレームの輪郭領域のグラディエントベクトル場に対して、現フレームの推定輪郭に対し特徴点抽出を行い、現フレームの推定輪郭上の特徴点位置に従って輪郭候補領域を小領域に分割し、その小領域ごとに輪郭が通過する点を抽出し、グラディエントベクトル場ベクトルの大きさが大きいところを通過するように生成した3次スプライン曲線で前記通過点を連結することが挙げられる。

【0022】

【作用】前フレームでの対象物輪郭の動きベクトルを推定し、現フレームで輪郭が存在する可能性がある領域を判定し、その領域内の濃度勾配が急峻なところを通過する3次スプライン閉曲線を得、それを現フレームの対象物輪郭とする処理を順次フレームで行うことによって、動画の各フレームにおいて対象物を抽出することができる。

【0023】

【実施例】本発明に係る領域抽出方法は、前フレームでの対象物輪郭の軌跡が与えられたときに、前-現フレーム間で輪郭の動きベクトルを推定することによって、現フレーム上で輪郭の推定位置、すなわち推定輪郭を求め、推定輪郭の周囲の画素を含む輪郭が存在する可能性のある領域、すなわち輪郭候補領域を現フレーム上で決定し、輪郭候補領域において濃度値のグラディエントベクトル場を求め、そのグラディエントベクトル場中のベクトルの大きさが大きいところを通過するように閉曲線

を生成し、その軌跡を現フレームにおける対象物輪郭とする処理を行う。これによって、前-現フレーム間で輪郭が大きく移動した時や、その動きの方向が急激に変化した場合にも追従できる。また、各フレームの輪郭はパラメトリックな曲線で記述されるので、処理後の修正を容易にすることが出来る。

【0024】以下、本発明に係る好ましい実施例について、全体の構成、各部の詳細、効果の順に説明する。

【0025】図1は、本発明の一実施例としての動画像内の物体の領域抽出方法の処理の全体を示す図である。本実施例は、対象物を含む連続した画像Iから対象物輪郭Bを各フレームにおいてパラメトリックに表現された閉曲線として獲得するものである。

【0026】このような物体領域抽出処理を行うための画像処理装置の概略構成の一例を図2に示す。

【0027】この図2において、画像処理装置は、本実施例の物体領域抽出に必要なあらゆる演算を行うためのCPU（中央演算処理装置）21と、画像I、輪郭Bあるいは処理中間結果等を保持するための外部記憶手段22と、画像を作成したり、軌跡を入力するためのマウス、タブレットペンなどの入力手段23と、画像を表示するためのディスプレイなどの表示手段24とを有している。これらのCPU21、外部記憶手段22、入力手段23、表示手段24間でのデータの送受は、バスライン25を介して行われる。

【0028】再び図1に戻って、この図1は、上記図2の画像処理装置の主としてCPU21により実行される物体領域抽出処理の、1フレームの処理を示している。本実施例は、各フレームにおいて、前フレーム画像I<sub>i-1</sub>、現フレーム画像I<sub>i</sub>、前フレームにおいて既に獲得された対象物輪郭B<sub>i-1</sub>を入力とし、現フレームの対象物輪郭B<sub>i</sub>を出力とする。まず第1に、動きベクトル推定処理部11において、現フレームにおける対象物輪郭の位置を、前-現フレーム間での前フレーム対象物輪郭B<sub>i-1</sub>の動きベクトル推定により得、これを推定輪郭B<sub>i</sub>とする処理を行う。第2に、輪郭候補領域決定処理部12により、上記推定輪郭B<sub>i</sub>の周囲に、対象物輪郭が存在する可能性がある範囲を判定し、輪郭候補領域Aとする処理を行う。第3に、グラディエント計算処理部13により、上記輪郭候補領域Aにおいて、対象物輪郭の正確な位置を知るために、グラディエントベクトル場Gを求める処理を行う。第4に、曲線生成処理部14により、対象物輪郭位置を正確に通過するよう、グラディエントベクトル場Gのベクトルの大きさが大きいところを通過するよう閉曲線を求める処理を行う。求めた閉曲線を現フレームの対象物輪郭B<sub>i</sub>とする。得られた対象物輪郭B<sub>i</sub>は、遅延処理部15を介して、次の処理において前フレームの対象物輪郭B<sub>i-1</sub>として用いられ、以後同様に処理を進める。

【0029】なお、第1フレームに関しては本実施例と

は別の方法で対象物輪郭を与える必要がある。その方法としては、画像をディスプレイ等に表示し、適当なグラフィックユーザインターフェイス (GUI) によって輪郭上の点をマニュアルで指定することによって、スプライン曲線を発生させる曲線エディタの技術が既に公知となっているので利用可能である。

【0030】また、本発明の実施例の最終的な目的として、対象物領域であることを輝度の濃淡で示すマスク画像を各フレームで得ることがある。そのマスク画像は、対象物輪郭が閉曲線で得られれば、その内外判定、画素の塗りつぶしアルゴリズム等公知の技術を用いることにより生成することができるので、本実施例からマスク画像 I<sub>1</sub> が得られるものとして説明する。したがって、以後の処理の説明において、対象物領域の画素であるかどうかの判別は、対象物輪郭あるいは推定輪郭が得られれば判定できるものとする。なお、内外判定、塗りつぶしアルゴリズムに関する文献としては、「コンピュータディ\*

(p<sub>00</sub>, p<sub>01</sub>, p<sub>02</sub>, p<sub>03</sub>), (p<sub>10</sub>, p<sub>11</sub>, p<sub>12</sub>, p<sub>13</sub>), (p<sub>20</sub>, p<sub>21</sub>, p<sub>22</sub>, p<sub>23</sub>), ...

p<sub>i-10</sub> = p<sub>i3</sub>

p<sub>r-13</sub> = p<sub>00</sub>

次に、「特徴点」について説明すると、本実施例において、輪郭上の特徴点は輪郭上の位置と画像上の位置の2つの位置情報をもつデータである。輪郭上の位置とは、輪郭の始点 p<sub>00</sub> からの軌跡にそった長さである。

【0033】次に、「輪郭候補領域」について説明する。本実施例において、輪郭候補領域 A は該当する画素位置 A<sub>11</sub> のリストである。

A = {A<sub>10</sub>, A<sub>11</sub>, ...}

または、輪郭候補領域 A はさらに分割した小領域 A<sub>i</sub> のリストである。

A = {A<sub>10</sub>, A<sub>11</sub>, ...}

小領域 A<sub>i</sub> は推定輪郭に沿った順に並んでいる。小領域 A<sub>i</sub> は該当する画素位置 A<sub>11</sub> のリストである。

A = {A<sub>10</sub>, A<sub>11</sub>, ...}

次に、その他の表記については、説明のため、以下のよう

に表記する。

画像 I の位置 (i, j) の画素値: I [i, j]

画像 I の輪郭候補領域画素位置 A<sub>11</sub> の画素値: I

[A<sub>11</sub>]

ブロック、グラディエントベクトル場の要素も同様に表

記する。

【0034】次に、各部の詳細について説明する。先

ず、図1の動きベクトル推定処理部11について説明す

る。

【0035】現フレームにおける対象物輪郭の位置を、

前一フレーム間での前フレーム対象物輪郭 B<sub>i-1</sub> の動

きベクトル推定により得、これを推定輪郭 B<sub>i</sub> とする処

理を行う。本発明の実施例では、輪郭領域での動きベ

クトル推定の精度を向上させるために、次のような動きベ

\*スプレイによる図形処理工学」山口富士夫、日刊工業新聞社、1981 年、「コンピュータグラフィックス原理と実習、第2版」"Computer Graphics Principles and practice 2nd ed." Foley, vanDam, Felner, Hughes, Addison-Wesley Publishing, 1990 年等がある。

【0031】ここで、データ形式等について説明する。以降の説明において、各データは以下の形式をもつものである。

【0032】まず、「曲線」とは、対象物輪郭、推定輪郭等は連続した3次スプラインセグメントによる閉曲線とする。1つの3次スプラインセグメントは4つのコントロールポイントによって記述され、その複数のセットで曲線を記述する連続したスプラインセグメントとは、1つ前の p<sub>i</sub> と次の p<sub>i</sub> が共通なセグメントの並びである。また、閉曲線は最終のセグメントの p<sub>i</sub> と最初のセグメントの p<sub>0</sub> が共通な曲線である。すなわち、セグメント数を K とすると、

..., (p<sub>i-10</sub>, p<sub>r-11</sub>, p<sub>r-12</sub>, p<sub>r-13</sub>)

クトル推定方法を採用している。

【0036】まず、動きベクトル推定方法の第1の具体例としては、画像小領域の動きベクトル推定手段であるブロックマッチングにおいて、従来は、比較する第1の画像 I<sub>1</sub> 中のブロックと、第2の画像 I<sub>2</sub> 中のブロックの画素ごとの誤差の平均を誤差評価としていたものを、図3に示すように、第1の画像 I<sub>1</sub> 中画素の重要度を示す第3の画像 I<sub>3</sub> を与え、第3の画像による重みつき誤差評価で行う技術を挙げることができる。

【0037】すなわち、図3において、マッチング演算処理部31は、動きベクトルを求めようとする対象物を含む第1、第2の画像 I<sub>1</sub>, I<sub>2</sub> と、第1の画像 I<sub>1</sub> の対象物領域を濃淡値で示す第3の画像 I<sub>3</sub> と、第1の画像 I<sub>1</sub> の対象物の輪郭部に適当個配置されたテンプレートと、第2の画像 I<sub>2</sub> にテンプレートと対応して配置された探索範囲とを入力とし、テンプレートと最も一致する第2の画像 I<sub>2</sub> 上のマッチング位置を出力とする。また動きベクトル演算処理部32は、テンプレートの位置と、マッチング演算処理部31からのマッチング位置とを入力とし、テンプレートの動きベクトルを出力とする。

【0038】これによって、従来ブロックマッチングでは物体境界領域で、ブロックが複数の物体を含み、動きベクトルが一意に決定できないという問題を解決するものである。

【0039】次に動きベクトル推定方法の第2の具体例について説明する。これは、画像小領域の動きベクトル推定手段であるブロックマッチング処理において、従来のブロックマッチングでは、輪郭上の動きベクトルは本

来輪郭に沿って滑らかに連続するべきであるのに、一般に、輪郭に沿って一様な画像パターンとなりやすいという原因によって、動きベクトルを誤りやすかった問題を、図4に示すように、与えられた輪郭上の動きベクトルの推定を階層的探索で行い、各階層間でベクトル場の平滑化処理による動きベクトルの修正を行うことにより、滑らかに連続する動きベクトルを得ることを実現する技術である。

【0040】すなわち、図4において、動きベクトルを求めようとする対象物を含む第1、第2の画像 $I_1, I_2$ は、階層化処理部41、42によりそれぞれ階層化される。この階層化処理は、原画像を最下層として、例えば $2 \times 2$ の画像の平均を1つ上の層の画素としていくことによって、階層画像をつくることができる。階層化された各層の画像は、ブロックマッチング処理部43、44、45、・・・、46により、最上層の画像から、1つ上の階層の結果を用いて順にブロックマッチングを行っていく。

【0041】この図4の構成は、さらにブロックリスト生成処理部47および平滑化処理部48、49、・・・を有している。ブロックリスト生成処理部47は、入力された対象物輪郭情報から、追跡する輪郭上にブロックを配置する。また、平滑化処理部48、49、・・・は、動きベクトル場の平滑化を行う。

【0042】次に動きベクトル推定方法の第3の具体例を、図5を参照しながら説明する。これは、画像小領域の動きベクトル推定手段であるブロックマッチングによって対象物輪郭を追跡する技術において、従来では、輪郭上のあらゆる点で動きベクトル推定を行うと処理量が膨大であり、また輪郭上の点は必ずしも動きベクトル推定が正確に得られない、という問題を、図5に示すように、輪郭上の特徴点を抽出する手段を備え、その特徴点に対して動きベクトル推定を行うことによって、少数の動きベクトル推定でも高い信頼度をもって輪郭を追跡できることを実現する技術である。

【0043】この図5において、動きベクトル推定処理部51には、動きベクトルを求めようとする対象物を含む第1、第2の画像 $I_1, I_2$ と、特徴点抽出処理部52からのテンプレートリスト及び探索範囲リストが供給されている。特徴点抽出処理部52は、与えられた対象物輪郭情報と、上記第1の画像 $I_1$ とから、特徴点を抽出し、探索するブロックリストを生成する。動きベクトル推定処理部51は、生成されたブロックリストの動きベクトル場を推定する処理を行う。

【0044】次に、図6は、上記動きベクトル推定方法の第1～第3の具体例を組み合わせる動きベクトル推定方法の第4の具体例を示している。すなわち、輪郭部の動きベクトル推定処理に効果的な上記第1～第3の3つの技術の組み合わせ方を与えるものである。上記第1～第3の技術は、それぞれ輪郭部の動きベクトル推

定の精度向上について異なる効果をあげるものである。

【0045】この図6において、階層化処理部61、62は上記図4の階層化処理部41、42に相当するものであり、前フレーム画像 $I_{t-1}$ と前フレーム輪郭 $B_{t-1}$ とから、上記図5と共に説明した動きベクトル推定方法の第3の具体例の技術を用いて、特徴点抽出処理部64により輪郭 $B_{t-1}$ 上の特徴点を抽出し、その特徴点の動きベクトルを推定するために、各特徴点位置にブロックを配置する。

【0046】上記図4と共に説明した動きベクトル推定方法の第2の具体例の階層的ブロックマッチングによる探索を行うために、前フレーム画像 $I_{t-1}$ 、現フレーム画像 $I_t$ 、そして前フレーム輪郭 $B_{t-1}$ から得られる前フレームマスク画像 $I_{t-1}$ の階層画像を作成する。ブロックマッチング処理部43、44、45、・・・、46により、最上層から最下層まで、階層的ブロックマッチングを行う。このとき、各階層のブロックマッチングの誤差評価方法を、マスク画像 $I_{t-1}$ を用いて上記図3と共に説明した動きベクトル推定方法の第1の具体例の技術による誤差評価を行う。また、各階層間において、平滑化処理部48、49、・・・により、上記図4と共に説明した動きベクトル推定方法の第2の具体例の技術による平滑化処理を行う。

【0047】動きベクトル推定によって、得られた特徴点の推定移動先（以下、推定輪郭上の特徴点とよぶ）を、補間処理部65における曲線補間処理によって各特徴点を通過するように連結する。与えられた各特徴点を通過するような補間曲線の生成方法は前記文献「コンピュータグラフィックス原理と実習、第2版」"Computer Graphics Principles and practice 2nd ed." Foley, v andam, Feiner, Hughes, ADDISON-WESLEY PUBLISHING, 1990に記載のCatmull-Rom spline等がある。また、各点間を直線で連結し推定輪郭としても構わない。

【0048】本具体例は、上記動きベクトル推定方法の第1～第3の具体例で示した3つの技術の組み合わせることにより、それぞれの効果によってさらに良い結果を得ることを実現する。

【0049】次に、輪郭候補領域決定処理部12の具体例について説明する。

【0050】推定輪郭 $Be$ の周囲に、対象物輪郭が存在する可能性がある範囲を判定し、輪郭候補領域 $A$ とする処理を行う。そのために推定輪郭 $Be$ の真の輪郭に対するずれ量を見積り、そのずれ量に相当する領域の大きさを決める。

【0051】図7は本実施例における輪郭候補領域決定処理のための構成の一例を示すブロック図である。この図7を参照しながら本処理の概要を説明する。

【0052】第1に、評価点抽出処理部72は、推定輪郭 $Be$ 上から、輪郭が比較的直線的で輪郭の両側の領域の濃度が一定とみなせる点をずれ量を評価する点として



抽出する。第2に、対応点抽出処理部71は、前フレーム対象物輪郭 $B_{i-1}$ 上の、評価点に対応する点を抽出する。第3に、ずれ量評価処理部73により各評価点と対応点間で誤差評価を行い、ずれ量を見積もる。第4に、領域判定処理部74により各評価点近傍の領域の大きさをずれ量から決定し、その範囲に属する画素位置を輪郭候補領域とする。

【0053】次に図8は、上述したような輪郭候補領域決定処理の一例を説明するためのフローチャートである。本処理は、前フレーム対象物輪郭 $B_{i-1}$ 、推定輪郭 $B_e$ 、上記前フレーム対象物輪郭 $B_{i-1}$ 上の特徴点 $c_{i-1}$ 、 $B_e$ 上の特徴点 $c_{i-1}$ 、特徴点数 $K$ を入力とし、輪郭候補領域 $A$ を出力する。本処理は、以下に説明する処理を各特徴点間で繰り返すものである。この繰り返しは、いわゆるFORループ81により、特徴点数の $K$ 回実行される。

【0054】以下、FORループ81内での $k$ 番目の特徴点間についての処理について説明する。

【0055】まず、ステップS82では、推定輪郭 $B_e$ 上の特徴点 $c_{i-1}$ と、 $c_{i-1}$ の推定輪郭上の中間点を $k$ 番目の評価点 $s_{i-1}$ とする。同様に前フレーム対象物輪郭 $B_{i-1}$ 上の特徴点 $c_{i-1}$ と、 $c_{i-1}$ の推定輪郭上の中間点を $k$ 番目の対応点 $s_i$ とする。また、このステップS82では、評価点 $s_{i-1}$ にブロック $b_{i-1}$ 、対応点 $s_i$ にブロック $b_i$ をおき、次のステップS83にて、2つのブロックから正規化された2乗誤差平均の平方根 (root mean square error)  $NRMSE$  を計算し、それをブロックの大きさ (ブロックサイズ)  $BS$  で割った値をずれ量 $x$ とし、FORループ84に移行する。 $NRMSE$  の計算方法は後述する。

【0056】FORループ84は、ループ制御変数 $i, j$ について、それぞれ領域の画像サイズ (イメージサイズ)  $1S$  の回数の繰り返し処理を行うものであり、このFORループ84内のステップS85、S86、S87により、画像中の各画素位置 $(i, j)$ について、その線分 $c_{i-1}c_{i-1+j}$ への距離が $x$ より小さいならば、その画素位置 $(i, j)$ を輪郭候補領域と判定する。

【0057】次に図9は、前記 $NRMSE$  の計算方法を示すフローチャートである。この計算は前記ブロック $b_{i-1}$ 、 $b_i$ を用いて行う。この図9において、FORループ91は、ループ制御変数 $i, j$ について、上記ブロックサイズ $BS$  の回数の繰り返し処理を行うものである。このFORループ91内では、まずステップS92によりブロック $b_e$ 内の各画素値 $be[i, j]$ に対し、推定輪郭 $B_e$ の内側か外側かの判定を行い、分類して、ステップS93により画素値 $be[i, j]$ を内側画素値の集合 $fgdata[]$ に登録し、S94により画素値 $be[i, j]$ を外側画素値の集合 $bgdata[]$ に登録する。

【0058】次に、FORループ91の繰り返し処理が終了した後、ステップS95により全内側画素の集合 $fg$

$data[]$ の重心値を $fg$ とし、全外側画素の集合 $bgdata[]$ の重心値を $bg$ とする。次にブロック $b_e$ 、ブロック $b$ の2乗誤差平均の平方根 (root mean square error)  $RMSB$ を、次の式により計算する。

【0059】

【数1】

$$RMSE = \frac{1}{(BS)^2} \sum_{ij} |be[i, j] - b[i, j]|^2$$

次に、ステップS96により、 $RMSB$ を重心の差の大きさで割った値を $NRMSE$  とする。

【0060】 $NRMSE = RMSB / |fg - bg|$

次に、上記図1のグラディエント計算処理部13の具体例について説明する。

【0061】このグラディエント計算では、輪郭候補領域 $A$ において、対象物輪郭の正確な位置を知るために、グラディエントベクトル場 $G$ を求める処理を行う。

【0062】図10は、本実施例のグラディエント計算の処理ブロック図である。本処理は以下の手順で行われる。第1に、特徴点抽出処理部101において、推定輪郭 $B_e$ 上で、上記図5と共に説明した動きベクトル推定方法の第3の具体例の技術の特徴点抽出処理を行う。第2に、領域分割処理部102において、前記特徴点を境界とするように、輪郭候補領域 $A$ を小領域 $A_1$ に分割し、エッジ特徴が各小領域内で一定になるようにする。第3に、エッジ特徴推定処理部103において、各小領域ごとにエッジ特徴を推定し、その特徴をもとに、エッジ検出処理部104において、以下に示すような具体的なエッジ検出方法を用いてグラディエントを求める。

【0063】このエッジ検出方法の具体例について説明する。

【0064】まず、エッジ検出方法の第1の具体例としては、画像上の濃度勾配 (グラディエント) を求める計算方法において、従来は、画像上のあらゆる方向に均等に注目して勾配を検出したために、注目すべき物体の輪郭以外の濃度勾配も検出してしまっていたものを、図11に示すように、どの方向の濃度勾配を検出すべきかという情報を与え、その情報によって検出した濃度勾配強度を強調することによって、注目すべき方向以外の濃度勾配を検出しないことを実現する技術である。

【0065】すなわち、この図11において、濃淡画像に対し、グラディエント計算処理部111にてグラディエントを計算する。方向検出処理部1113でグラディエントベクトルの方向を検出し、それと検出すべき画像空間上のベクトルによって選択度を、選択度判定処理部114により判定する。判定されて得られた選択度に従って、強度変調処理部112がグラディエント強度を強調する。

【0066】次に、エッジ検出方法の第2の具体例について説明する。

50

【0067】このエッジ検出方法の第2の具体例は、画像上の濃度勾配（グラディエント）を求める計算方法において、従来は、濃度空間上のあらゆる方向の濃度変化に均等に注目して勾配を検出したために、注目すべき物体の輪郭以外の濃度勾配も検出してしまっていたものを、図12に示すように、内積計算処理部121とグラディエント計算処理部122とにより、どの方向の濃度変化を検出すべきかという情報を与え、その情報から得られる、検出すべき濃度空間上のベクトルと、各画素の濃度空間ベクトルの内積計算から得られる濃淡画像の濃度勾配を求めることによって、注目すべき濃度変化以外の濃度勾配を検出しないことを実現する技術である。

【0068】以下に、図13を参照しながら、グラディエント計算における本実施例の特徴であるところの領域分割処理を説明する。図13は、領域分割処理のフローチャートである。この図13において、いわゆるFORループ131では輪郭候補領域Aの画素数Lの回数分の繰り返し処理を、またFORループ131内のFORループ132では特徴点数Kの回数分の繰り返し処理を行っており、輪郭候補領域A内の全画素A<sub>i</sub>について、以下の処理を行う。

【0069】上記FORループ132内では、ステップS133において、隣り合う特徴点c<sub>k</sub>、c<sub>k+1</sub>によるK本の線分c<sub>k</sub>c<sub>k+1</sub>それぞれと画素位置A<sub>i</sub>との距離d<sub>k</sub>を求める。次のステップS133、S135では、その距離d<sub>k</sub>が最も小さいものをd<sub>min</sub>とし、そのときのkをmとしている。FORループ132の処理が終了した後、ステップS136でA<sub>i</sub>を領域A<sub>m</sub>に分類する。

【0070】次に、領域分割されたそれぞれの輪郭候補小領域A<sub>m</sub>で、エッジ検出に必要な情報を得る処理を説明する。

【0071】図14は本実施例のエッジ検出情報を得る処理のフローチャートである。本実施例では、エッジ検出情報として、画像空間上の単位ベクトルv<sub>u</sub>と、濃度空間上の単位ベクトルv<sub>d</sub>を獲得する。

【0072】この図14において、いわゆるFORループ141では、輪郭候補小領域の画素数L<sub>m</sub>の回数分の繰り返し処理を行っている。このFORループ141内で、ステップS142では、ブロックbe内の各小領域内画素A<sub>i</sub>に対し、推定輪郭Beの内側か外側かの判定を行い、分類して、ステップS143により上記A<sub>i</sub>を内側画素値の集合fgdata[]に登録し、S144により上記A<sub>i</sub>を外側画素値の集合bgdata[]に登録する。

【0073】次に、FORループ141の繰り返し処理が終了した後、ステップS145により全内側画素の集合fgdata[]の重心値をfgとし、全外側画素の集合bgdata[]の重心値をbgとする。

【0074】ここで、画像空間上の単位ベクトルv<sub>u</sub>は、検出したいグラディエントの方向を与えるための情報である。v<sub>u</sub>は各小領域A<sub>m</sub>において、2つ特徴点

で構成される線分c<sub>k</sub>c<sub>k+1</sub>に直交する方向に定められる。濃度空間上の単位ベクトルv<sub>d</sub>は、検出したい濃度変化の方向を与えるための情報である。v<sub>d</sub>は、各小領域A<sub>m</sub>において、全面素を推定輪郭Beの内側と外側の画素に分類し、それぞれに重心fg、bgを求め、その重心の差ベクトルと平行な方向にとられる（ステップS146参照）。または、2つの重心を輝度軸に垂直な面に投影したのち、差ベクトルを求め、それに平行な方向にとる方法も、輝度方向のノイズ除去に有効である。

【0075】次に、図15に、上記図11、図12と共に説明したエッジ検出方法の第1、第2の具体例の技術を組み合わせて行う処理のブロック図を示す。組み合わせたグラディエント計算の手順を以下に説明する。

【0076】この図15において、グラディエントを求める入力画像、検出すべき濃度空間上のベクトル、検出すべき画像空間上のベクトルが入力として得られる。

【0077】第1に、内積計算処理部151にて、検出すべき濃度空間上のベクトルと、各画素の濃度空間ベクトルの内積計算から濃淡画像を求める。求めた濃淡画像に対し、グラディエント計算処理部152にてグラディエントを計算する。方向検出処理部154でグラディエントベクトルの方向を検出し、それと検出すべき画像空間上のベクトルによって選択度を、選択度判定処理部155により判定する。判定されて得られた選択度に従って、強度変調処理部153がグラディエント強度を変調する。以上の処理を、各輪郭候補小領域において行う。

【0078】以上の図10～図15と共に説明したように、選択的な輪郭検出を行うことができる上記エッジ検出技術の第1、第2の具体例（図11、図12参照）に対し、自動的に必要な情報を与える手段を備え、かつ、これら2つの技術を組み合わせて用いるものである。すなわち、本発明は、輪郭候補領域において濃度値のグラディエントベクトル場を求める処理において、現フレームの推定輪郭に対し、上記図5と共に説明した動きベクトル推定方法の第3の具体例の技術による特徴点抽出を行い、現フレームの推定輪郭上の特徴点位置に従って輪郭候補領域を小領域に分割する。この図5の技術の特徴点抽出は、輪郭の屈曲点と、輪郭色の変化点を抽出するものである。一方、上記図11、図12と共に説明したエッジ検出技術では、エッジの勾配方向と色変化方向に注目するものである。すなわち、上記図5に示す技術で検出される特徴点は、上記図11、図12の技術のエッジの特徴の変化する点である。よって、特徴点を境に領域分割すれば、小領域ごとに輪郭の特徴を一定にすることが出来る。小領域ごとに輪郭の特徴を調べることによって、正確な上記図11、図12のエッジ検出が可能になり、対象物輪郭以外の不要なグラディエント成分を抑えることができる。

【0079】次に、上記図1の曲線生成処理部14の具体例について説明する。

【0080】この曲線生成処理においては、対象物候補領域で求められたグラディエントベクトル場から、対象物輪郭位置を3次スプライン曲線で抽出する。そのために、グラディエントベクトル場Gのベクトルの大きさが大きいところを通過するような閉曲線を求める処理を行う。求めた閉曲線を現フレームの対象物輪郭B<sub>i</sub>とする。

【0081】図16は本実施例の曲線生成の処理ブロック図である。本処理は以下の手順で行われる。

【0082】すなわち、図16において、第1に、特徴点抽出処理部161により、推定輪郭B<sub>e</sub>上で、上記図5と共に説明した動きベクトル推定方法の第3の具体例の技術による特徴点抽出処理を行う。第2に、領域分割処理部162により、上記特徴点を境界とするように、輪郭候補領域Aを小領域A<sub>i</sub>に分割する。具体的な領域分割方法は、上述したグラディエント計算処理における領域分割方法と共通である。第3に、通過点抽出処理部163により、各小領域ごとに通過点を1点抽出する。抽出された通過点は、小領域の順番のとおり順序づけされる。第4に、p<sub>11</sub>、p<sub>12</sub>探索処理部164により、後述するようなスプラインコントロールポイントの探索方法によって、各セグメントごとに残りのコントロールポイントを求め、対象物輪郭B<sub>i</sub>を得る。

【0083】ここで、上記スプラインコントロールポイントの探索方法について、図17を参照しながら説明する。

【0084】この図17は、曲線生成方法を実現するためのブロック図を示し、この曲線形成方法は、ベクトル場ベクトルの大きさがなるべく大きいところを通過するような3次スプライン曲線形状を探索する技術である。30 それによって、図17に示すように画像上の物体輪郭の人体の位置を与える手段を備えることによって、画像のグラディエントベクトル場の情報から曲線を探索し、物体輪郭をパラメトリックな曲線で抽出することを實現する。

【0085】この図17に示す曲線生成方法は、2次元の滑らかなベクトル場上、例えば画像の色彩を表すR、G、B信号の各信号に基づいて形成される濃淡配色ベクトル場上を通過する曲線を生成する曲線生成方法において、上記曲線上の所定数個の評価位置で、当該曲線の接線と直交する単位ベクトルとベクトル場ベクトルとの内積の関数で表される評価値を計算する評価値計算工程と、上記評価値計算行程にて得られた上記評価値が最大になるように曲線を決定する曲線決定工程とを有するものである。

【0086】図17において、ベクトル場は、空間例えば入力画像中の全ての点における各点(i, j)でのベクトル場ベクトルV(i, j)を通過点抽出部172及びp<sub>11</sub>、p<sub>12</sub>探索部174に出力される。軌跡入力部171は、例えばペン状入力装置いわゆるタブレットペンやマ

ウス等の入力手段を備えており、軌跡Tが曲線を得たい大まかな領域の画素点の並びとして入力されると、該軌跡Tを通過点抽出部172に出力する。通過点入力部172では、上記軌跡Tから一定距離内に含まれる領域のベクトル場を調べて、ベクトルの大きさが所定の基準以上である位置を通過点pとして抽出し、これら通過点pの位置データを順序づけ部173に出力する。なお、上記各通過点pは、後述するように、軌跡Tまでの最短距離が所定の長さよりも小さく、かつ、ベクトル場ベクトルの大きさが所定の大きさよりも大きい全ての点である。順序づけ部173は、後述するように、上記通過点pを軌跡Tの進行方向に沿った順序で並べ換えて得られた通過点を基準点p<sub>10</sub>、p<sub>11</sub>、p<sub>12</sub>、…、p<sub>1n</sub>としてp<sub>11</sub>、p<sub>12</sub>探索部174に出力する。p<sub>11</sub>、p<sub>12</sub>探索部174は、上記評価値計算工程及び曲線決定工程を行う部分である。評価値計算工程では、上記基準点p<sub>10</sub>、p<sub>11</sub>、…と、上記ベクトル場ベクトルV(i, j)に基づいて、基準点p<sub>10</sub>、p<sub>11</sub>より標本点p<sub>11</sub>、p<sub>12</sub>を抽出し、これら基準点及び標本点より部分曲線を生成し出力する。なお、上記部分曲線は端部が連結されると曲線を形成する。

【0087】図17によれば、軌跡入力部171にて使用者により空間例えば画像内で軌跡Tが入力され、通過点抽出部172及び順序づけ部173で、生成する曲線を構成する部分曲線を生成するための基準点p<sub>10</sub>、p<sub>11</sub>、…が、上記軌跡T及び上記ベクトル場ベクトルに基づいて抽出される。さらに、p<sub>11</sub>、p<sub>12</sub>探索部174にて、上記基準点p<sub>10</sub>、p<sub>11</sub>、…と上記ベクトル場ベクトルに基づいて、上記基準点p<sub>10</sub>、p<sub>11</sub>間で上記標本点p<sub>11</sub>、p<sub>12</sub>が取り出され、これら点により部分曲線が形成され、部分曲線を連結して求めたい曲線が得られる。

【0088】以下に、曲線生成における本実施例の特徴であるところの、通過点抽出処理を説明する。図18は、通過点抽出処理のフローチャートである。

【0089】この図18において、いわゆるFORループ181では輪郭候補小領域数Kの回数分の繰り返し処理を、またFORループ181内のFORループ182では第kの輪郭候補小領域A<sub>i</sub>に対応する輪郭候補小領域の画素数L<sub>i</sub>の回数分の繰り返し処理を行っており、全ての輪郭候補小領域A<sub>i</sub>について、輪郭候補小領域A<sub>i</sub>中の各画素位置A<sub>11</sub>のグラディエント強度G[A<sub>11</sub>]を調べ、それが最大となる画素位置を通過点p<sub>10</sub>とする。

【0090】すなわち、上記FORループ182内では、ステップS183において、上記グラディエント強度G[A<sub>11</sub>]の絶対値をgとし、次のステップS184で、この値gが現在までの最大値g<sub>max</sub>より大きいかなかを判別し、YesのときのみステップS185に進んで、今回のgをg<sub>max</sub>とし、このときの画素位置A<sub>11</sub>を上記通過点p<sub>10</sub>としている。

【0091】このような曲線生成方法は、上述した図1

17  
7に示すような、グラディエントベクトル場の大きさが大きいところを通過する曲線を生成することができる曲線生成方法の技術に対し、曲線探索に必要なベクトル場上の通過点列を自動的に抽出する手段を備えるものである。すなわち本発明の実施例は、輪郭候補領域内のグラディエントベクトル場上に曲線を生成する処理において、現フレームの推定輪郭に対し、上記図5と共に説明した技術の特徴点抽出を行い、現フレームの推定輪郭上の特徴点位置に従って輪郭候補領域を小領域に分割し、その小領域ごとに輪郭が通過する点を抽出する。これに10  
よって、小領域の配置する順に順序づけされた通過点列が得られ、グラディエントベクトル場ベクトルの大きさが大きいところを通過する曲線を、上記図17の技術による3次スプライン曲線生成処理によって生成することができる。上記図5の技術の特徴点抽出は、輪郭の屈曲点を抽出するものである。一方、上記図17の技術の曲線生成は、通過点ごとに3次スプライン曲線が生成される。したがって、特徴点ごとに3次スプラインセグメントが生成できれば、輪郭上の目立った形状を再現10  
現できることが保証される。また、屈曲箇所とスプラインセグメントが1対1で対応するので、形状の複雑さによって、セグメント数が必要以上に多過ぎたり、足りなかったりすることがない。

【0092】以上説明したような本実施例の領域抽出方法の効果について、図19を参照しながら説明する。

【0093】この図19は、ある動画像に対し本実施例を適用した結果を明瞭化するために簡略化して図示したものである。

【0094】図19の(a)~(d)は、動画像の連続した4フレーム分を、主要な物体の輪郭を線画にして図示したものである。図9の(e)~(h)は、本実施例を適用することにより抽出された対象物のマスクあるいはシルエット画像である。この例では、画像中央の物体o b jを対象物としている。

【0095】この図19の(a)~(d)に示されるように、対象物o b jの輪郭はそれ以外の複数の物体と接しているため、輪郭のもつ特徴は単純ではない。このような任意の前景、背景の組み合わせをもつ輪郭であっても、本実施例では領域抽出を行わせることができる。この結果が示すように、本実施例は動画像の対象物領域を自動的に抽出することを實現する技術である。

【0096】

【発明の効果】本発明に係る領域抽出方法によれば、入力動画像の前フレームでの対象物輪郭の軌跡が与えられたときに、前フレーム間で輪郭の動きベクトルを推定することによって、現フレーム上で輪郭の推定位置である推定輪郭を求め、この推定輪郭の周囲の要素を含む輪郭が存在する可能性のある領域である輪郭候補領域を現フレーム上で決定し、この輪郭候補領域において濃度10  
値のグラディエントベクトル場を求め、このグラディエ

ントベクトル場中のベクトルの大きさが大きいところを通過するように閉曲線を生成し、その軌跡を現フレームにおける対象物輪郭としていることにより、対象物輪郭の追従性を高め、輪郭の修正を容易化し、領域抽出結果の向上を實現することができる。

【0097】すなわち本発明は、前フレームでの対象物輪郭の軌跡が与えられたときに、前フレーム間で輪郭の動きベクトルを推定することによって、現フレーム上で輪郭の推定位置、すなわち推定輪郭を求め、推定輪郭の周囲の要素を含む輪郭が存在する可能性のある領域、すなわち輪郭候補領域を現フレーム上で決定し、輪郭候補領域において濃度値のグラディエントベクトル場を求め、そのグラディエントベクトル場中のベクトルの大きさが大きいところを通過するように閉曲線を生成し、その軌跡を現フレームにおける対象物輪郭とする処理を行う。これによって、前フレーム間で輪郭が大きく移動した時や、その動きの方向が急激に変化した場合にも追従できる。また、各フレームの輪郭はパラメトリックな曲線で記述されるので、処理後の修正を容易に10  
することが出来る。

【0098】また、本発明は、輪郭部の動きベクトル推定処理に効果的な3つの動きベクトル推定技術の組み合わせ方法を与え、これらの技術を組み合わせることにより、それぞれの効果によってさらに良い結果を得ることを實現する。

【0099】また本発明は、現フレーム上で輪郭候補領域を求める処理において、前フレームの輪郭上のブロックと、それに対応する現フレームの推定輪郭上のブロックとの間の平均2乗誤差を対象物色と背景色との差で規格化した値を求める。これによって、現フレーム上での真の輪郭と推定輪郭のずれの大きさを見積もる処理を行う。これによって、現フレームの推定輪郭の周囲に形成する輪郭候補領域の太さを調節し、必要以上に領域が大きくなり、無駄な処理が増えるのを防ぐ。

【0100】すなわち、本発明に係る領域抽出方法によれば、動画像からの対象物領域抽出処理技術において、従来技術のフレーム間の追従性能、修正の容易さ、輪郭形状の正確さの問題を解決し、領域抽出結果の向上を實現することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の領域抽出方法が適用される実施例の概略構成を示すブロック図である。

【図2】本発明の実施例を實現するための画像処理装置の全体の概略構成を示すブロック図である。

【図3】図1の動きベクトル推定処理部の第1の具体例を示すブロック図である。

【図4】図1の動きベクトル推定処理部の第2の具体例を示すブロック図である。

【図5】図1の動きベクトル推定処理部の第3の具体例を示すブロック図である。

19

【図6】図1の動きベクトル推定処理部の第4の具体例を示すブロック図である。

【図7】図1の輪郭候補領域決定処理部の具体例を示すブロック図である。

【図8】図7の輪郭候補領域決定処理の一例を説明するためのフローチャートである。

【図9】図8中のNRMSEの計算方法の一例を示すフローチャートである。

【図10】図1のグラディエント計算処理部の具体例を示すブロック図である。

【図11】図10のエッジ検出処理部の第1の具体例を示すブロック図である。

【図12】図10のエッジ検出処理部の第2の具体例を示すブロック図である。

【図13】グラディエント計算における領域分割処理の動作を説明するためのフローチャートである。

【図14】エッジ検出情報を得る処理を説明するためのフローチャートである。

【図15】エッジ検出処理の図11、図12に示す具体例を組み合わせる処理を示すブロック図である。

【図16】図1の曲線生成処理部の一例を示すブロック図である。

20

【図17】曲線生成方法が適用される構成の具体例を示すブロック図である。

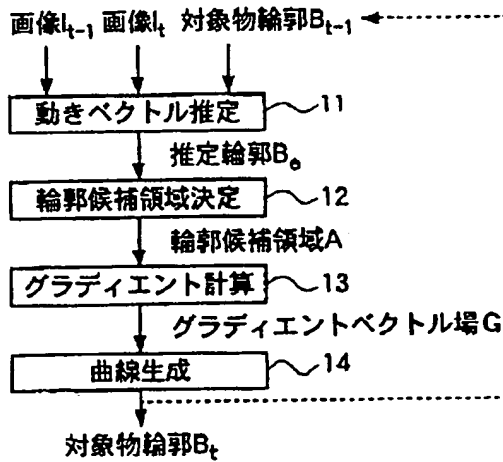
【図18】通過点処理を説明するためのフローチャートである。

【図19】本実施例の効果を説明するための図である。

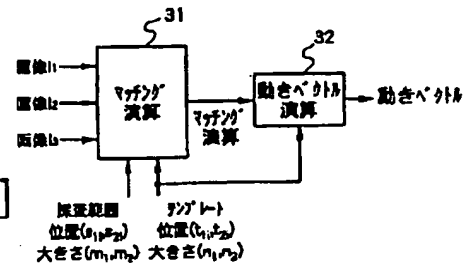
【符号の説明】

- 11 動きベクトル推定処理部
- 12 輪郭候補領域決定処理部
- 13 グラディエント計算処理部
- 14 曲線生成処理部
- 21 CPU (中央演算処理装置)
- 22 外部記憶手段
- 23 入力手段
- 24 表示手段
- 25 バスライン
- 31 マッチング演算処理部
- 32 動きベクトル演算処理部
- 41、42、61、62、63 階層化処理部
- 43~46 ブロックマッチング処理部
- 48、49 平滑化処理部
- 51 動きベクトル推定処理部
- 52 特徴点抽出処理部

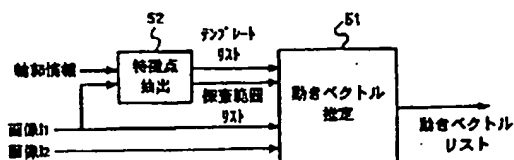
【図1】



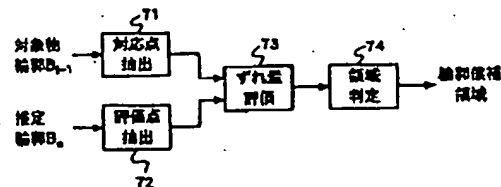
【図3】



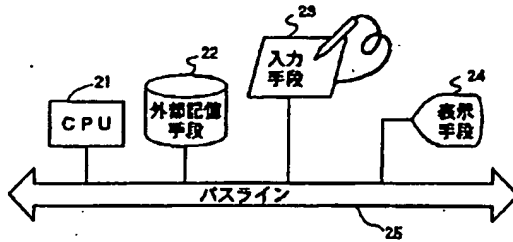
【図5】



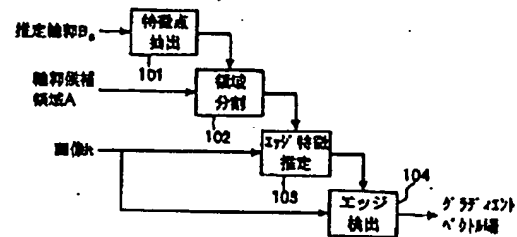
【図7】



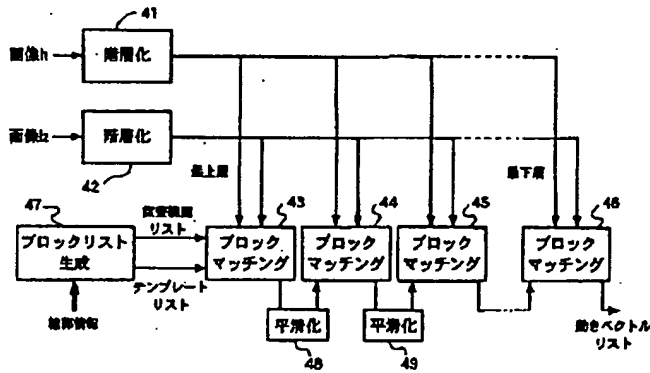
【図2】



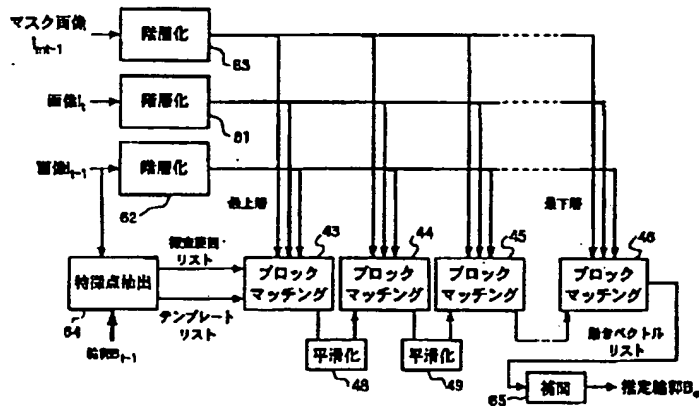
【図10】



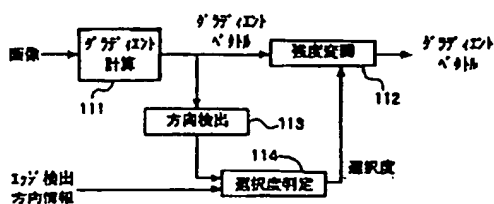
【図4】



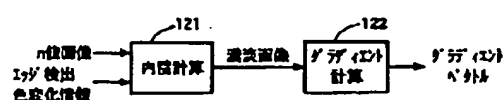
【図6】



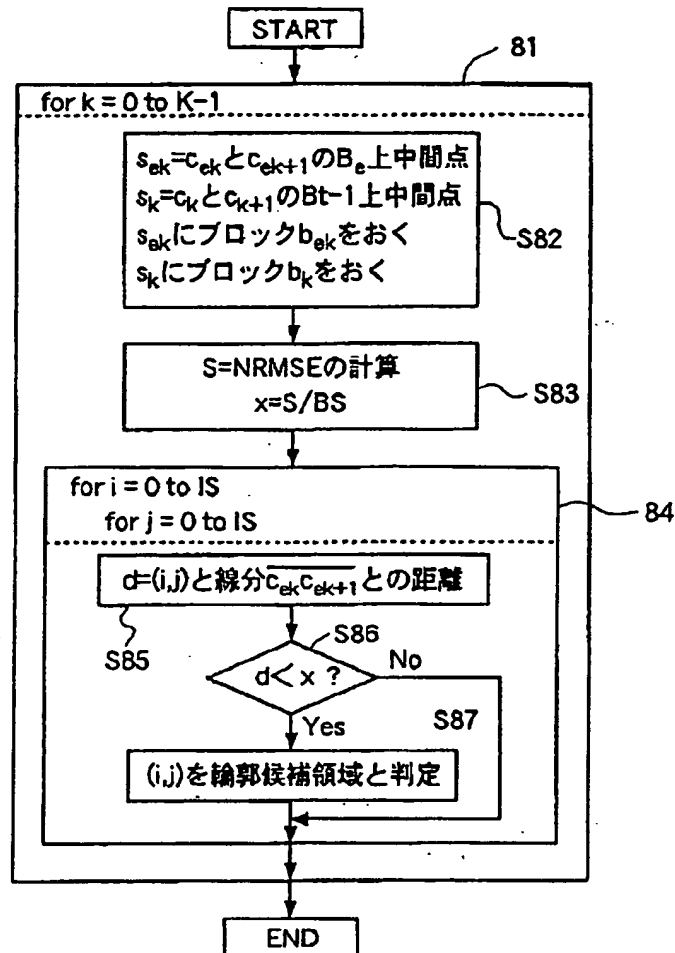
【図11】



【図12】



【図8】

input : 対象物輪郭  $B_{t-1}$ 

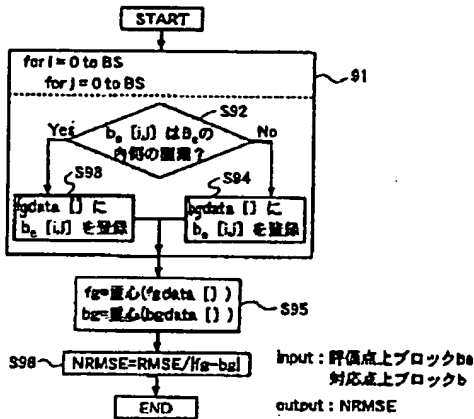
output : 輪郭候補領域 A

推定輪郭  $B_e$  $B_{t-1}$  特徴点  $c_0, c_1, \dots, c_{K-1}$  $B_e$  特徴点  $c_{e0}, c_{e1}, \dots, c_{eK-1}$ 

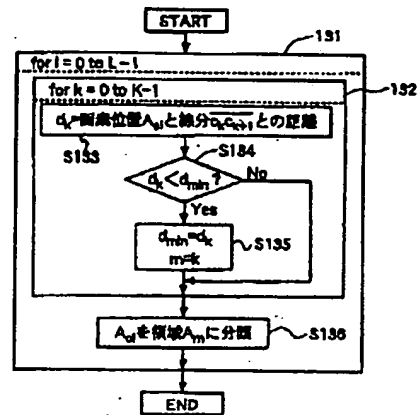
特徴点数 K

 $c_K = c_0, c_{eK} = c_{e0}$  とする

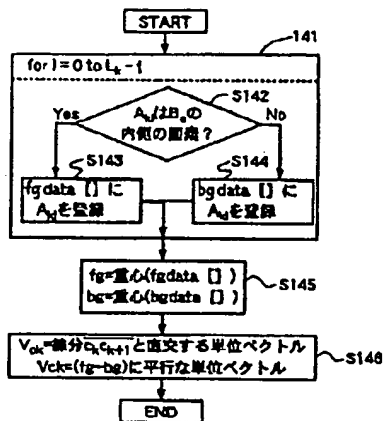
【図9】



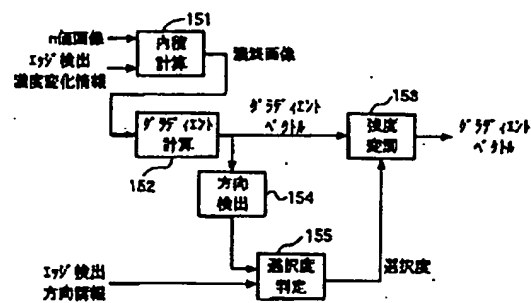
【図13】



【図14】

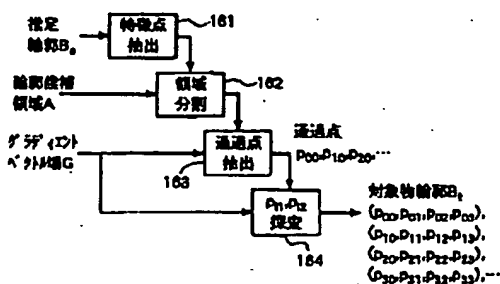


【図15】



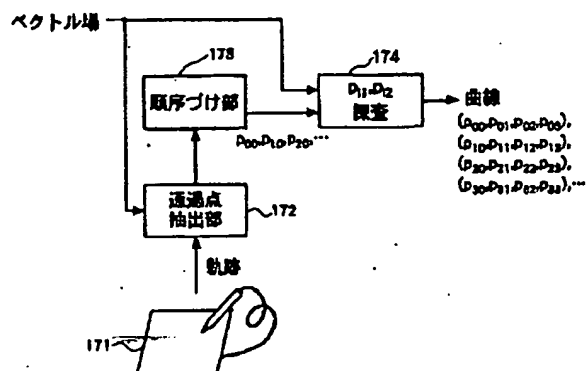
【図16】

Input: 輪郭候補小領域  $A_k$   
輪郭候補小領域画素数  $L_k$   
推定輪郭  $B_k$   
特徴点  $c_k, c_{k+1}$   
Output: エッジ検出方向情報  $v_{ik}$   
エッジ検出  
色変化情報  $v_{ck}$

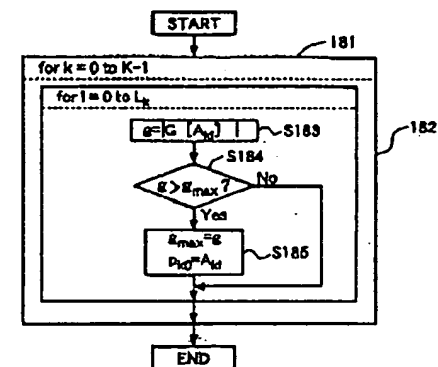




【図17】



【図18】



input: 輪郭候補小領域数  $K$       output: 通過点  $P_{00}, P_{10}, \dots, P_{K-10}$   
 輪郭候補小領域数  $A_k$   
 輪郭候補小領域面積数  $L_0, L_1, \dots, L_{K-1}$   
 外部境界線  $G$

【図19】

